

PCT/JP03/14248

Rec'd PCT/PTO 18 MAY 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.11.03

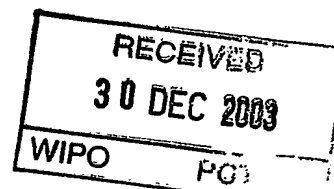
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年11月19日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-335020
[ST. 10/C]: [JP2002-335020]

出 願 人
Applicant(s): 富士通アクセス株式会社

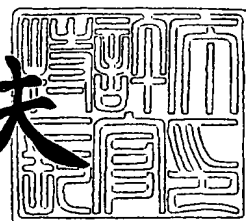


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3103225

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-FD540056

【提出日】 平成14年11月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 27/34

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市高津区坂戸 1 丁目 1 7 番 3 号 富士通アクセス株式会社内

【氏名】 長谷川 一知

【特許出願人】

【識別番号】 000237662

【氏名又は名称】 富士通アクセス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701914

【その他】 特許出願人は、平成 1 4 年 1 1 月 1 4 日付で、名称を富士通電装株式会社から富士通アクセス株式会社に変更する氏名（名称）変更届を提出した。

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 利得差多重を用いた多重QAM変調装置、多重QAM復調装置、および通信方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の入力データを、共通の搬送波周波数でそれぞれQAM変調 (Quadrature Amplitude Modulation) して、複数のQAM変調波を生成するQAM変調部と、

複数の前記QAM変調波を合成して、多重QAM変調波を生成する変調波合成部とを備え、

前記変調波合成部は、

合成後の前記多重QAM変調波の信号点が重複しないように、合成する複数の前記QAM変調波に利得差を与える

ことを特徴とする多重QAM変調装置。

【請求項2】 請求項1に記載の多重QAM変調装置において、前記QAM変調部は、

少なくとも2つの前記QAM変調波に対して位相差を与える

ことを特徴とする多重QAM変調装置。

【請求項3】 請求項1ないし請求項2のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置において、

前記変調波合成部は、

前記多重QAM変調波の送信出力を、同一の伝送路で使用されるその他のQAM変調方式の送信出力と同一にする

ことを特徴とする多重QAM変調装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置において、

搬送波周波数の異なる複数の前記多重QAM変調波を周波数多重する周波数多重部を備えた

ことを特徴とする多重QAM変調装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM

変調装置から伝送される前記多重QAM変調波の受信信号を復調して、利得差多重された複数の前記入力データを求める多重QAM復調装置であって、

伝送路による信号点の分散に基づいて、前記受信信号が各信号点に該当する確率を求める確率演算部と、

前記受信信号が各信号点に該当する確率に基づいて、利得差多重された複数の前記入力データごとに期待値を算出し、前記入力データの前記期待値に基づいて前記入力データを推定する復調部と

を備えたことを特徴とする多重QAM復調装置。

【請求項6】 請求項5に記載の多重QAM復調装置において、
前記復調部は、

大きな変調波利得で多重された前記入力データの推定を先に実施し、推定した入力データからありえない信号点を除いて、残りの入力データの推定を実施することを特徴とする多重QAM復調装置。

【請求項7】 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置から伝送される前記多重QAM変調波の受信信号を復調して、利得差多重された複数の前記入力データを求める多重QAM復調装置であって、

前記多重QAM変調波の信号点配置と伝送路の特性とに基づいて、受信後の前記多重QAM変調波に現れる各信号点を推測し、推測した各信号点と前記受信信号の信号点との距離に基づいて、最も可能性の高い信号点を特定し、特定した信号点から複数の前記入力データを求める

ことを特徴とする多重QAM復調装置。

【請求項8】 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置から伝送される前記多重QAM変調波の受信信号を復調して、利得差多重された複数の前記入力データを求める多重QAM復調装置であって、

信号伝送のイニシャライゼーション期間中に前記多重QAM変調装置から伝送される規定のトレーニング信号を受信し、前記トレーニング信号に基づいて前記多重QAM変調波の信号間距離が受信後に確保できるよう、前記多重QAM変調装置側との間で、前記多重QAM変調波に利得差多重される各QAM変調波のQAM値、前記QAM変調波間の利得差、および前記QAM変調波間の位相差の少

なくとも一つのパラメータを決定するトレーニング部を備えたことを特徴とする多重QAM復調装置。

【請求項9】 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置を使用して前記多重QAM変調波を生成する手順と、生成された前記多重QAM変調波を通信先へ送出する手順とを備えたことを特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタルデータの伝送に関する発明である。さらに詳しくは、QAM変調の多重化に関する発明である。

【0002】

【従来の技術】

従来、デジタルデータの変調方式として、QAM変調方式が知られている。

このQAM変調方式は、直交する2つのASK（振幅変調）波を加え合わせることによって、搬送波の位相と振幅を同時に変化させる変調方式である。このQAM変調方式では、多値の信号伝送が実現可能である。例えば、同相成分の信号レベルを n 種類とし、直交成分の信号レベルを m 種類とすると、双方を組み合わせることにより $(n \times m)$ 値の信号を一度に伝送することが可能になる。

【0003】

さらに、上述したQAM変調波を周波数多重化した変調方式として、DMT方式が知られている。

【0004】

その他、上述したQAM変調方式を元にした変調方式として、CAP方式なども知られている。

【0005】

また、QAM変調方式の信号点配置（コンスタレーション）を工夫した従来技術としては、下記の特許文献1が知られている。この特許文献1では、同相成分および直交成分の振幅レベルを非線形に設定することにより、信号間距離の設定

自由度を高めている。

【0006】

【特許文献1】

特開平8-79325号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

デジタルデータの伝送分野では、より高速な伝送技術が強く求められている。そのため、QAM変調方式においては、一度に大量の情報量を伝送するため、さらなる多値化の実現が求められる。

【0008】

そこで、本発明は、上述したQAM変調方式において、多値を実現するための新しい多重化技術を提供することを目的とする。

また、本発明の別の目的は、QAM変調方式の信号点配置の自由度を高めるための技術を提供することである。

さらに、本発明の別の目的は、本発明により生成される多重QAM変調波を効率的に復調するための技術を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

以下、本発明について説明する。

【0010】

《請求項1》

請求項1に記載の多重QAM変調装置は、QAM変調部、および変調波合成部を備える。

このQAM変調部では、複数の入力データ（1つの入力データを区分したものも含む）を、共通の搬送波周波数でそれぞれQAM変調することにより、複数のQAM変調波を生成する。

変調波合成部では、複数のQAM変調波に利得差を与えた状態で、複数のQAM変調波を合成して、多重QAM変調波を生成する。このとき、変調波合成部は、合成後の多重QAM変調波の信号点配置が重複しないように、合成前のQAM

変調波に利得差を与える。

なお、このような本発明の多重方式を、従来の「周波数多重」と区別するため、本明細書では「利得差多重」とよぶ。

【0011】

以下、具体例を挙げて説明する。

図1は、多重QAM変調波の合成例を示す図である。図1において、合成前のQAM変調波M1は、16値のQAM変調波である。もう一方のQAM変調波M2は、4値のQAM変調波である。

これらQAM変調波M1, M2は、搬送波周波数が等しい。そのため、QAM変調波M1, M2の合成は、IQコンスタレーション上における信号点のベクトル加算として考えることができる。

【0012】

すなわち、図1のケースでは、QAM変調波M1の16個の信号点と、QAM変調波M2の4個の信号点とをそれぞれにベクトル加算することにより、 $16 \times 4 = 64$ 個の新たな信号点を持つ多重QAM変調波MMが生成される。

このような合成では、場合によって、多重QAM変調波MMの信号点が重複し、信号伝送に利用できなくなるという問題が生じる。

【0013】

本発明では、この問題を、合成前のQAM変調波M1, M2に利得差を与えることで解決している。すなわち、一方のQAM変調波M2の利得を相対的に下げることにより、多重QAM変調MMの各信号点の広がり抑制し、隣接する信号点の重複を防止している。

なお、図1では、多重QAM変調波MMの信号点を等間隔配置する場合について図示した。しかしながら、合成前の利得差や信号点配置などを調整することで、信号点を所望する不等間隔に配置した多重QAM変調波を容易に生成することも可能である。

【0014】

図2は、別の合成例を示す図である。この例では、QAM変調波M2に代えて、QAM変調波M3を使用する。このQAM変調波M3は、4値QAMにゼロ点

(搬送波なしの状態)を信号として追加したものである。このゼロ点を含むQAM変調波M3を、QAM変調波M1に合成することにより、QAM変調波M1の信号点をそのまま多重QAM変調波MNに残すことが可能になる。すなわち、多重QAM変調波MNには、合成による信号点64個と、合成前の信号点16個とを合わせた、合計80個分の信号点が現れる。

このような具体例からも分かるように、本発明の多重QAM変調装置では、QAM変調波のさらなる多値化を実現しつつ、信号点配置の自由度を一段と高めることが可能になる。

【0015】

《請求項2》

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の多重QAM変調装置において、QAM変調部は、少なくとも2つのQAM変調波に対して位相差を設ける。

【0016】

以下、具体例を挙げて説明する。

図3は、位相差を設けた多重QAM変調波の合成例を示す図である。合成前のQAM変調波M1、M4には、搬送波間に位相差 θ が設けられている。このようなQAM変調波M1、M4を合成することにより、図3に示す多重QAM変調波MPを生成することができる。

【0017】

この多重QAM変調波MPは、合成前に与えた位相差 θ によって、図3に示すような局所的な傾斜を信号点配置に与えることが可能になる。

このような具体例からも分かるように、請求項2の多重QAM変調装置では、信号点配置に局所的な傾斜を導入することが可能となり、今まで以上に柔軟な信号点配置を容易に実現することができる。

【0018】

《請求項3》

請求項3に記載の発明は、請求項1ないし請求項2のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置において、変調波合成部が、多重QAM変調波の送信出力を、同一の伝送路で使用されるその他のQAM変調方式の送信出力と同一にする。

【0019】

このように送信出力を従来方式と同一レベルに揃えることにより、同一の伝送路を使用するその他のQAM変調方式に代えて、本発明方式の多重QAM変調波を即座に使用できる。

【0020】

特に、大きな利得の変調波（以下『主変調波』という）に対して、小さな利得の変調波（以下『従変調波』という）を十分に小さく設定した場合、従来のQAM復調器をそのまま使用して主変調波を復調することが可能になる。この場合、主変調波を用いて従来互換を維持したデータ伝送を行いつつ、従変調波を使用してその他のデータも伝送するといった実用的な態様が可能となる。

【0021】

《請求項4》

請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置において、搬送波周波数の異なる複数の多重QAM変調波を周波数多重する周波数多重部を備えたことを特徴とする。

【0022】

本発明方式の多重QAM変調波は、搬送波周波数の等しいQAM変調波を多重するため、シングルキャリアの特徴を有する。そのため、本発明方式の多重QAM変調波は、限られた周波数帯域を効率的に利用できるという点で大変優れている。

この特徴を活かして、請求項4に記載の発明では、多重QAM変調波を更に周波数多重する。その結果、一度に伝送可能なデータ量を更に増加させ、一段と高速なデータ伝送を実現することが可能になる。

【0023】

《請求項5》

請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置から伝送される多重QAM変調波の受信信号を復調して、利得差多重された複数の入力データを求める多重QAM復調装置であって、確率演算部および復調部を備える。

この確率演算部は、伝送路による信号点の分散に基づいて、受信信号が各信号点に該当する確率を求める。

復調部は、求めた確率に基づいて、利得差多重された複数の入力データごとに期待値を算出し、この期待値に基づいて入力データを推定する。

【0024】

《請求項6》

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の多重QAM復調装置において、復調部は、大きな変調波利得で多重された入力データの推定を先に実施し、推定した入力データからありえない信号点を除いて、残りの入力データの推定を実施することを特徴とする。

このような処理により、残りの入力データの推定精度を高めることが可能になる。さらに、残りの入力データの推定にかかる演算量を軽減することも可能になる。

【0025】

《請求項7》

請求項7に記載の発明は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置から伝送される多重QAM変調波の受信信号を復調して、利得差多重された複数の入力データを求める多重QAM復調装置であって、伝送路の特性に基づいて、受信後の多重QAM変調波に現れる各信号点を推測し、推測した各信号点と、受信信号の信号点との距離に基づいて、最も可能性の高い信号点を特定し、特定した信号点から複数の入力データを求める。

【0026】

《請求項8》

請求項8に記載の発明は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置から伝送される多重QAM変調波の受信信号を復調して、利得差多重された複数の入力データを求める多重QAM復調装置であって、トレーニング部を備えたことを特徴とする。

【0027】

このトレーニング部は、信号伝送のイニシャライゼーション期間中に多重QAM

M変調装置から伝送される規定のトレーニング信号を受信し、トレーニング信号に基づいて多重QAM変調波の信号間距離が受信後に確保できるよう、多重QAM変調装置側との間で、利得差多重するQAM変調波のQAM値、QAM変調波間の利得差、およびQAM変調波間の位相差の少なくとも一つのパラメータを決定する。

【0028】

《請求項9》

請求項9に記載の通信方法は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置を使用して多重QAM変調波を生成する手順と、生成された多重QAM変調波を通信先へ送出する手順とを備えたことを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明にかかる実施形態を説明する。

本実施形態は、請求項1～6，8，9に対応する実施形態である。

【0030】

[多重QAM変調装置の説明]

図4は、本実施形態における多重QAM変調装置11の構成を示すブロック図である。

図4において、多重QAM変調装置11には、複数の入力データX1，X2が入力される。これら入力データX1，X2は、独立したデータでもよいし、本来一つのデータを区分することによって作成されたデータでもよい。

【0031】

これらの入力データX1，X2は、QAM変調部12a，12bにそれぞれ与えられる。これらのQAM変調部12a，12bには、同一周波数の搬送波が与えられる。QAM変調部12a，12bは、この同一周波数の搬送波を用いて、入力データX1，X2をそれぞれQAM変調（直交振幅変調）し、複数のQAM変調波M1，M2を生成する。

【0032】

生成されたQAM変調波M1，M2は、利得調整部13a，13bによって利

得差が調整された後、加算部 14 に入力される。加算部 14 は、この QAM 変調波 M1, M2 を加算して合成することにより、多重 QAM 変調波 MM を生成する。

なお、この場合の利得差は、合成後の多重 QAM 変調波 MM において、信号点が重複しないように決定すればよい。

【0033】

このように決定された利得差の好適な一例としては、従来方式の QAM 変調波の利得を基準にして、一方の QAM 変調波 M1 の利得を 0.995 倍（送信出力では 0.99 倍）とし、他方の QAM 変調波 M2 の利得を 0.1 倍（送信出力で 0.01 倍）とする。

図 1～図 3 は、多重 QAM 変調波の合成例を示す図である。（図 1～図 3 については、課題を解決するための手段の欄で既に説明したため、ここでの重複説明を省く）

実際には、合成前の QAM 値、合成前の利得差、合成前の信号点配置、合成前の位相差などを変更することにより、更に多種多様な信号配置の多重 QAM 変調波を自在に生成することが可能である。

【0034】

加算部 14 は、このように生成された多重 QAM 変調波 MM の送信出力を、同一の伝送路上で使用されるその他の QAM 変調方式の送信出力と等しく揃えた上で、通信先である多重 QAM 復調装置 21 へ送出する。

なお、周波数多重部 15 を使用することにより、周波数帯域の異なる複数の多重 QAM 変調波を周波数多重してもよい。

【0035】

[多重 QAM 復調装置の説明]

図 5 は、本実施形態における多重 QAM 復調装置 21 の構成を示すブロック図である。

図 5 において、多重 QAM 復調装置 21 は、伝送路を介して、多重 QAM 変調波 MM の受信信号 Y を受信する。（なお、送信側において多重 QAM 変調波 MM が周波数多重されている場合には、不図示の周波数弁別部を用いて個々の多重 Q

AM変調波に分割される。)

この受信信号Yは、等価部22に入力され、伝送路の伝搬によって生じた振幅位相の変化が補正される。

【0036】

ここで、伝送路の背景雑音が存在しない場合を想定することにより、理想的な受信信号Y_oの式を求める。

まず、伝送路（等価部22も含む）をHと表し、上述した利得調整部13a, 13bの利得をそれぞれG₁, G₂とする。（このG₁, G₂には位相を含めてもよい）

すると、理想的な受信信号Y_oは、下式のようなIQコンスタレーション上のベクトル式で表現できる。

【数1】

$$Y_o = [X_1 \ X_2] \begin{bmatrix} H_1 \\ H_2 \end{bmatrix} \\ \equiv Xh \quad \cdots (1)$$

ただし、上式中のX₁, X₂は、合成前のQAM変調波M₁, M₂をIQコンスタレーション上のベクトル値で表現したものである。また、H₁は（G₁・H）に対応し、H₂は（G₂・H）に対応する。

【0037】

この理想的な受信信号Y_o=Xhは、図6に示す受信信号Yの各信号点の中心位置に相当する。実際の受信信号Yは、この理想的な受信信号Y_o=Xhに伝送路の背景雑音を加算されたものとなる。したがって、送信信号X=(X₁, X₂)が、受信信号Yとなる確率f_{Y/X}は、

【数2】

$$f_{Y/X} = c \exp \left[\frac{-\|Y - Xh\|^2}{2\sigma^2} \right] \quad \cdots (2)$$

の式で表すことができる。ただし、上式中の σ^2 は、I Q コンスタレーション上における背景雑音の分散値であり、 c は正規化係数である。また、 $\|Y - X_h\|$ は、各信号点の中心 X_h と受信信号 Y との信号間距離に対応する。

【0038】

多重QAM復調装置21のメモリ24には、(2)式の計算に必要な伝送路の特性 h 、および伝送路の背景雑音の分散 σ^2 が記録されている。これらの値は、後述するトレーニング動作によって決定される値である。

確率演算部23は、メモリ24から特性 h や分散値 σ^2 を読み出し、取りうるすべての送信信号 $X = (X_1, X_2)$ について、受信信号 Y となる条件付き確率 $f_{Y/X}$ を(2)式に従って算出する。

【0039】

このように算出された条件付き確率の値は、期待値演算部25a、25bにそれぞれ入力される。

図7[A]に示す点線範囲は、変調波利得の大きな入力データ X_1 が同じ値をとる範囲に信号点をそれぞれ区切ったものである。この点線範囲の単位に、条件付き確率 $f_{Y/X}$ を加算することによって、受信信号 Y が入力データ X_1 に該当する確率を求めることができる。この入力データ X_1 と確率とを積和演算することによって、入力データ X_1 の期待値 $E(X_1)$ を求めることができる。

【0040】

すなわち、入力データ X_1 の期待値 $E(X_1)$ は、

【数3】

$$\begin{aligned} E(X_1) &= \frac{\sum (X_1, X_2) \cdot f_{Y/X}}{\sum f_{Y/X}} \\ &= \frac{\sum X \cdot f_{Y/X}}{\sum f_{Y/X}} \cdots (3) \end{aligned}$$

となる。

期待値演算部25aは、この(3)式に従って、期待値 $E(X_1)$ を算出する。

入力データ推定部26aは、合成前のQAM変調波M1のI Qコンスタレーシ

ョン上において、期待値 $E(X1)$ に一番近い信号点を求め、その信号点に該当する入力データ $X1$ を復調結果として出力する。

【0041】

期待値演算部 25b は、この入力データ $X1$ の復調結果を取得する。通常、入力データ $X2$ が同じ値をとる信号点は、変調波利得の大きな入力データ $X1$ によって振られるため、図 7 [B] に斜線で示す範囲のように広く拡散してしまう。そのため、入力データ $X2$ の期待値 $E(X2)$ に誤差が混入しやすい。

そこで、期待値演算部 25b は、入力データ $X1$ の復調結果に基づいて、ありえない信号点の条件付き確率 $f_{Y/X}$ をゼロに置き換えた上で、

【数 4】

$$E(X2) = \frac{\sum (X1, X2) \cdot f_{Y/X}}{\sum f_{Y/X}}$$

$$= \frac{\sum X \cdot f_{Y/X}}{\sum f_{Y/X}} \quad \dots (4)$$

を算出する。このような期待値 $E(X2)$ の計算では、図 7 [B] に示すような実線範囲に計算範囲が限定されるため、より正確な期待値 $E(X2)$ を求めることができる。

【0042】

入力データ推定部 26b は、合成前の QAM 変調波 $M2$ の IQ コンスタレーション上において、期待値 $E(X2)$ に一番近い信号点を求め、その信号点に該当する入力データ $X2$ を復調結果として出力する。

上述した一連の手順に従って受信信号 Y を処理することにより、多重 QAM 復調装置 21 は、入力データ $X1$, $X2$ をそれぞれ復調することができる。

【0043】

[トレーニング動作の説明]

次に、信号伝送のイニシャライゼーション期間中に実施されるトレーニング動作について説明する。

図 8 は、このトレーニング動作の手順を示す流れ図である。

【0044】

(ステップS1) 多重QAM変調装置11は、規定のトレーニング信号を多重QAM復調装置21へ送信する。多重QAM復調装置21では、このトレーニング信号を受信する。多重QAM復調装置21のトレーニング部27は、このトレーニング信号の受信信号に基づいて、伝送路のノイズレベルを求める。

【0045】

(ステップS2) トレーニング部27は、伝送路のノイズレベルと、QAM変調波M1の送信出力とに基づいて、QAM変調波M1のS/Nを算出する。

【0046】

(ステップS3) トレーニング部27は、QAM変調波M1のS/Nに基づいて対応テーブルを参照して、QAM変調波M1のQAM値を決定する。この対応テーブルは、QAM変調波M1のS/Nに対応付けて、予め実験または理論計算で求めた最適なQAM値を格納したものである。なお、対応テーブルによる方法以外として、QAM値決定アルゴリズムによる方法でもよい。

【0047】

(ステップS4) トレーニング部27は、伝送路のノイズレベルと、QAM変調波M2の送信出力とに基づいて、QAM変調波M2のS/Nを算出する。

【0048】

(ステップS5) トレーニング部27は、QAM変調波M2のS/Nに基づいて対応テーブルを参照して、QAM変調波M2のQAM値を決定する。この対応テーブルは、QAM変調波M2のS/Nに対応付けて、予め実験または理論計算で求めた最適なQAM値を格納したものである。なお、対応テーブルによる方法以外として、QAM値決定アルゴリズムによる方法でもよい。

このようなQAM値の決定により、多重QAM変調波MMの信号間距離を受信後に適宜確保することが可能になる。なお、伝送路のノイズレベルが、本発明方式に不十分な場合、QAM変調波M2のQAM値はゼロとなる。この場合、QAM変調波M1の送信出力を従来通りの出力レベルに戻した上で、QAM変調波M1のみを用いた従来通りの信号伝送が行われる。

【0049】

(ステップS6) トレーニング部27は、決定されたQAM値を、多重QAM

変調装置 11 に通知する。

【0050】

(ステップ S7) トレーニング部 27 は、受信されたトレーニング信号の信号点配置を解析して、伝送路の特性 h 、および伝送路による信号点の分散 σ^2 を求める。トレーニング部 27 は、求めた値をメモリ 24 に格納する。なお、ステップ S1 で求めておいた伝送路のノイズレベルから、信号点の分散 σ^2 を推定してもよい。

上述した動作により、イニシャライゼーション期間中に実施されるトレーニング動作が完了する。

【0051】

[発明との対応関係]

以下、上述した実施形態と請求項の記載事項との対応関係について説明する。なお、ここでの対応関係は、参考のために一解釈を例示するものであり、本発明を徒らに限定するものではない。

請求項記載の QAM 変調部は、QAM 変調部 12a, 12b に対応する。

請求項記載の変調波合成部は、利得調整部 13a, 13b、および加算部 14 に対応する。

請求項記載の周波数多重部は、周波数多重部 15 に対応する。

請求項記載の確率演算部は、確率演算部 23 に対応する。

請求項記載の復調部は、期待値演算部 25a, 25b、および入力データ推定部 26a, 26b に対応する。

請求項記載のトレーニング部は、トレーニング部 27 に対応する。

【0052】

[本実施形態の効果など]

以上説明したように、本実施形態では、搬送波周波数の等しい複数の QAM 変調波を利得差を与えて合成することにより、QAM 変調波のさらなる多値化を実現することができる。

さらに、合成前の利得差、合成前の各 QAM 値、合成前の位相差などを調整することによって、従来不可能であった信号点配置を高い自由度で実現することが

可能になる。

【0053】

また、本実施形態では、多重QAM変調波の送信出力を従来方式の送信出力と同一レベルに揃えているので、同一の伝送路を使用するその他のQAM変調方式に代えて、本発明方式の多重QAM変調波を即座に使用できる。

【0054】

さらに、本発明方式の多重QAM変調波は、搬送波周波数の等しいQAM変調波を多重するため、シングルキャリアの特徴を有する。そのため、本発明方式の多重QAM変調波は、限られた周波数帯域を効率的に利用できるという点で大変優れている。更にこの特徴を活かして、多重QAM変調波を周波数多重することにより、一度に伝送可能なデータ量を増加させることもできる。

【0055】

また、本実施形態では、変調波利得の大きな入力データX1を先に復調し、入力データX1の復調結果に基づいて、残りの入力データX2の推定範囲を限定している。その結果、入力データX2の推定精度を高めつつ、入力データX2の推定にかかる演算量を軽減している。

【0056】

さらに、本実施形態では、イニシャライゼーション期間中に、トレーニング動作を行い、合成前のQAM変調波M1、M2のQAM値を適正に決定する。したがって、伝送路の状態に合わせて、多重QAM変調波の信号間距離を受信後に適切に確保することが可能になる。

【0057】

[実施形態の補足事項]

以下、実施形態について補足説明を行う。

上述した実施形態では、2つのQAM変調波を合成する場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、3つ以上のQAM変調波を合成してもよい。このような場合も、複数のQAM変調波に利得差を与えることによって、多重QAM変調波の信号点重複を回避できる。

【0058】

また、上述した実施形態では、入力データの期待値を細かく演算することにより、高精度な復調結果を得ている。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図9に示すように、多重QAM変調波の理想的な受信信号 Y_0 の信号点配置において、受信信号 Y と一番近い信号点を求め、この信号点に該当する入力データ X_1 , X_2 を直に求めてもよい（請求項7に対応）。

【0059】

なお、この場合も、変調波利得の大きな入力データ X_1 を先に決定し、その入力データ X_1 から信号点の存在範囲（図9中のA）を限定した上で、さらに受信信号 Y と一番近い信号点を求めて、残りの入力データ X_2 を決定してもよい。このような段階的処理によって、入力データ X_2 の復調にかかる演算量を軽減することができる。

【0060】

また、上述した実施形態では、トレーニング動作により、合成前のQAM値を決定している。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。トレーニング動作において、合成前の利得差、合成前の位相差などを決定してもよい。なお、これらのパラメータはいずれも、多重QAM変調波の信号点距離が受信後に適切に確保できるように決定すればよい。

【0061】

なお、上述した実施形態では、トレーニング動作において伝送路のノイズレベルを検出し、そのノイズレベルからQAM変調波 M_1 , M_2 の S/N を求めている。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、トレーニング動作においてQAM変調波 M_1 , M_2 をそれぞれ伝送して、QAM変調波 M_1 , M_2 の各 S/N を直に求めてもよい。また、トレーニング動作において、利得多重したQAM変調波を伝送して、利得多重したQAM変調波の S/N を求めてもよい。さらに、利得多重したQAM変調波の S/N に基づいて、分離後のQAM変調波 M_1 , M_2 の S/N を求めてもよい。また、トレーニング動作において、従来通りのQAM変調波を伝送して S/N を求め、この S/N とQAM変調波 M_1 , M_2 の送信出力とに基づいて、QAM変調波 M_1 , M_2 の各 S/N を算出してもよい。

【0062】

【発明の効果】

(請求項1～4)

以上説明したように、請求項1～4の多重QAM変調装置は、搬送波周波数の等しい複数のQAM変調波を利得差を与えて合成することにより、信号点の分離可能な多重QAM変調波を生成する。この多重QAM変調波は、シングルキャリアの特徴を有するため、限られた周波数帯域を効率的に利用しつつ、利得差による多値化を実現できるという点で優れている。

また、この多重QAM変調波は、合成前の利得差、合成前の信号点配置、合成前の位相差などを調整することによって、種々多様な信号点配置を容易に実現できるという点で非常に優れている。

【0063】

(請求項5)

請求項5の多重QAM復調装置では、伝送路の伝搬によって生じる信号点の分散に基づいて、受信信号が各信号点に該当する確率を求める。これら各信号点の確率と、各信号点が示す入力データの値とを積和演算することにより、各入力データの期待値を算出することができる。これら期待値に基づいて推定される入力データを決定する。このような動作により、利得差多重された入力データを的確に分離して、復調することが可能になる。

【0064】

(請求項6)

請求項6の多重QAM復調装置では、大きな変調波利得で多重された入力データの推定を先に実施する。大きな変調波利得で多重された入力データに該当する信号点の群は、IQコンスタレーション上において局所的に集中する（例えば、図7[A]参照）。したがって、このような入力データについて先に推定を行うことにより、先に高精度な復調結果を部分的に得ることができる。

一方、残りの入力データは、変調波利得の大きな入力データによって信号点の位置が振られるため、その入力データに該当する信号点が拡散する（例えば、図7[B]参照）。しかしながら、先に推定した『変調波利得の大きな入力データ

』によって、信号点の存在可能な範囲を予め狭く限定することができる。このような信号点の限定により、残りの入力データについても的確に推定することが可能になり、一段と正確な復調結果を得ることができる。

【0065】

(請求項7)

請求項7の多重QAM復調装置では、多重QAM変調波の信号点配置と伝送路の特性に基づいて受信信号の各信号点の位置を予め推測しておく。この推測した各信号点と、多重QAM変調波の信号点との距離に基づいて、最も可能性の高い信号点を決定することによって、多重QAM変調波を復調する。このような復調方式では、受信信号の信号点の位置を予め推測して決定しておくことにより、受信信号の信号点と一番近い推測信号点を比較決定するだけで、即座に受信信号の信号点を特定することができる。したがって、多重QAM変調波を、少ない演算量で迅速に復調することが可能になる。

【0066】

(請求項8)

請求項8の多重QAM復調装置は、イニシャライゼーション期間中のトレーニングにより、多重QAM変調波のパラメータ（利得差多重するQAM変調波のQAM値、QAM変調波間の利得差、およびQAM変調波間の位相差の少なくとも一つ）を決定する。

上述したように、多重QAM変調波の信号点配置は自由度が非常に高い。したがって、上記したパラメータのトレーニングでは、多種多様な信号点配置を選ぶことが可能であり、広い選択肢の中から伝送路の状態に一段と適した信号点配置を設定することが可能になる。

【0067】

(請求項9)

請求項9に記載の通信方法は、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の多重QAM変調装置を使用して多重QAM変調波を生成し、生成された多重QAM変調波を伝送路の送出する通信方法である。

このような通信方法により、上述した長所を有する多重QAM変調波を使用し

た信号伝送が実現する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

多重 QAM 変調波の合成例を示す図である。

【図 2】

別の合成例を示す図である。

【図 3】

別の合成例を示す図である。

【図 4】

本実施形態における多重 QAM 変調装置 11 の構成を示すブロック図である。

【図 5】

本実施形態における多重 QAM 復調装置 21 の構成を示すブロック図である。

【図 6】

条件付き確率の計算を説明する図である。

【図 7】

期待値の計算を説明する図である。

【図 8】

トレーニング動作の手順を示す流れ図である。

【図 9】

別の復調プロセスを示す図である。

【符号の説明】

- 11 多重 QAM 変調装置
- 12 a, 12 b QAM 変調部
- 13 a, 13 b 利得調整部
- 14 加算部
- 15 周波数多重部
- 21 多重 QAM 復調装置
- 22 等価部
- 23 確率演算部

24 メモリ

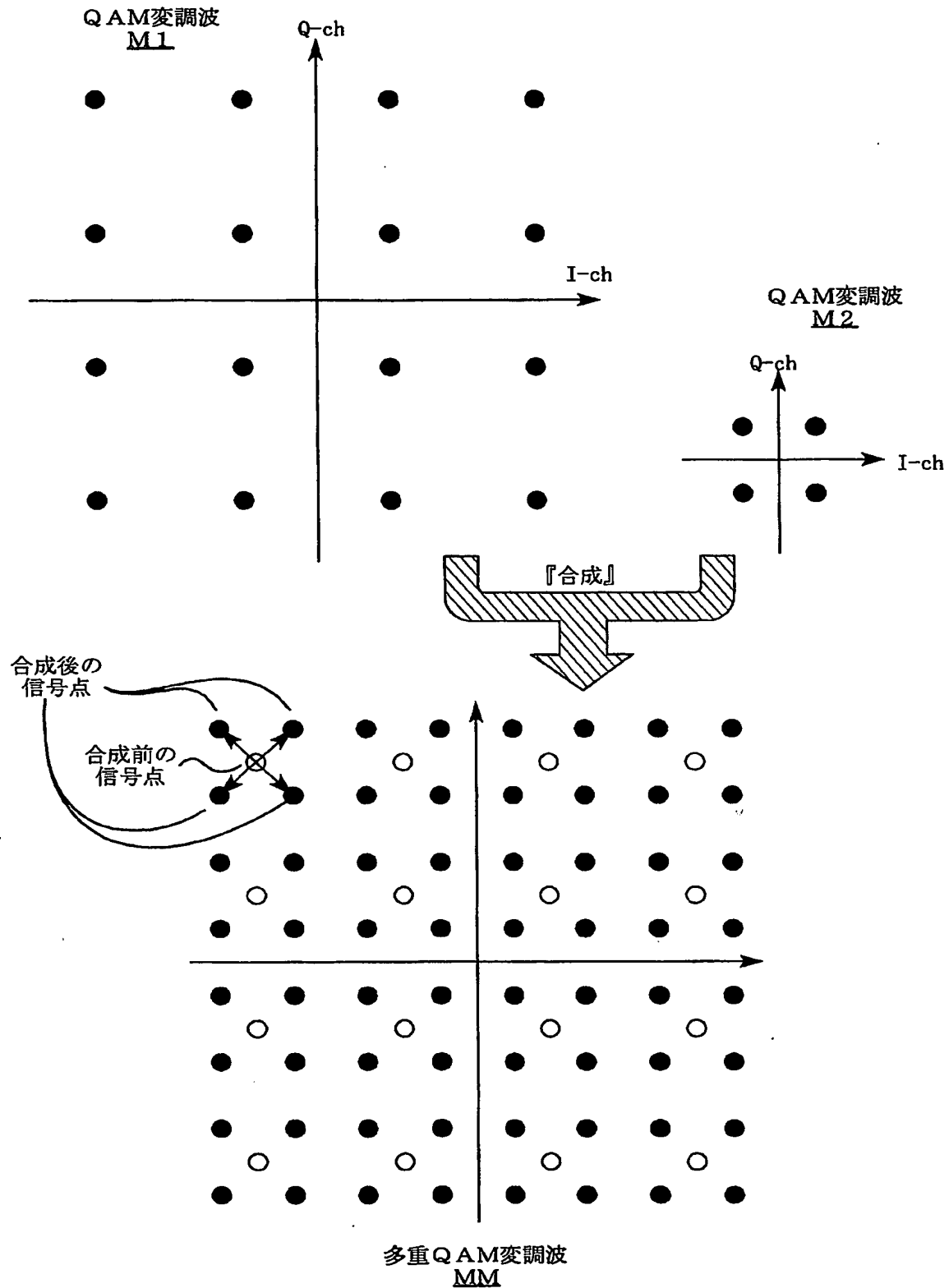
25 a, 25 b 期待値演算部

26 a, 26 b 入力データ推定部

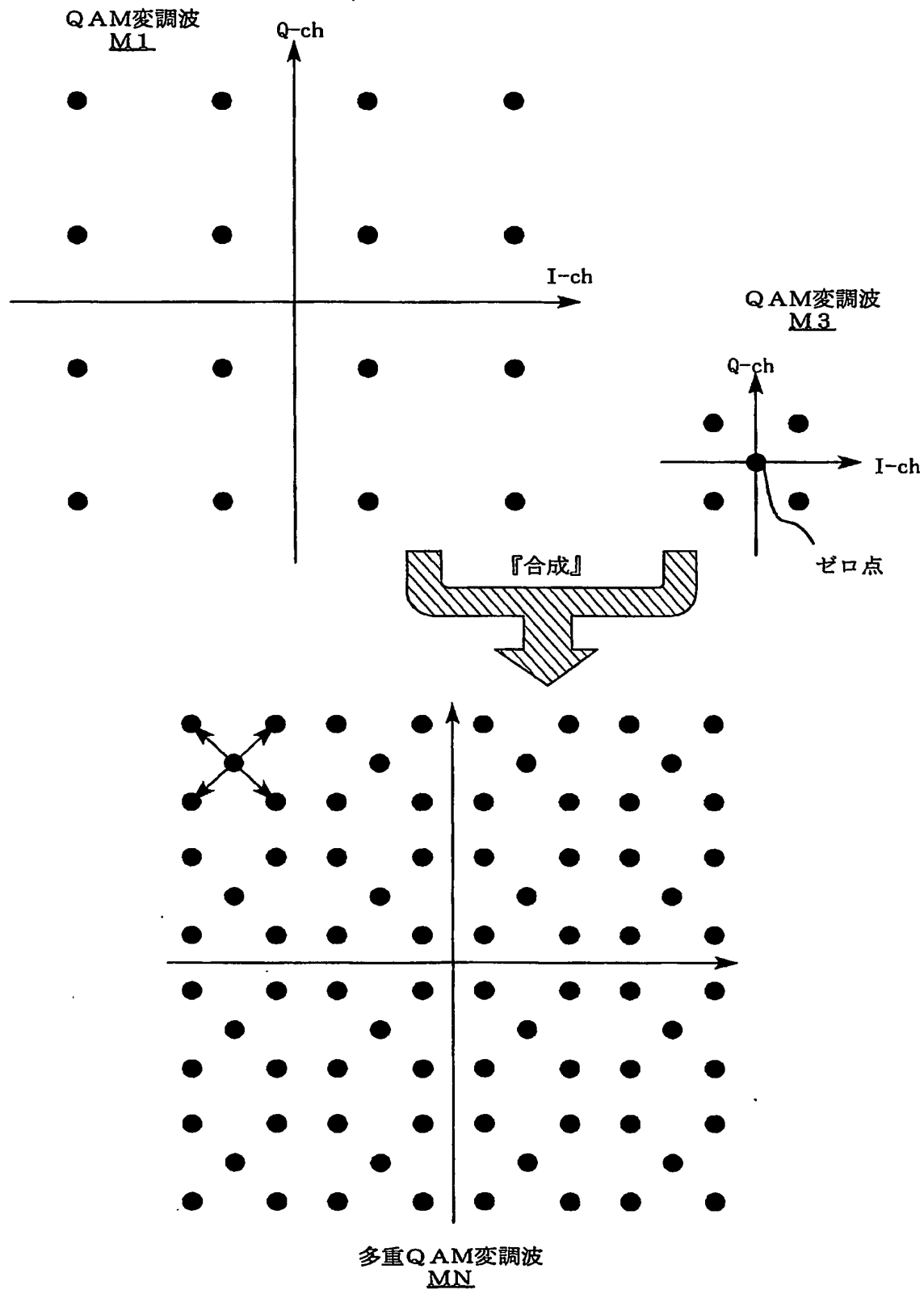
27 トレーニング部

【書類名】 図面

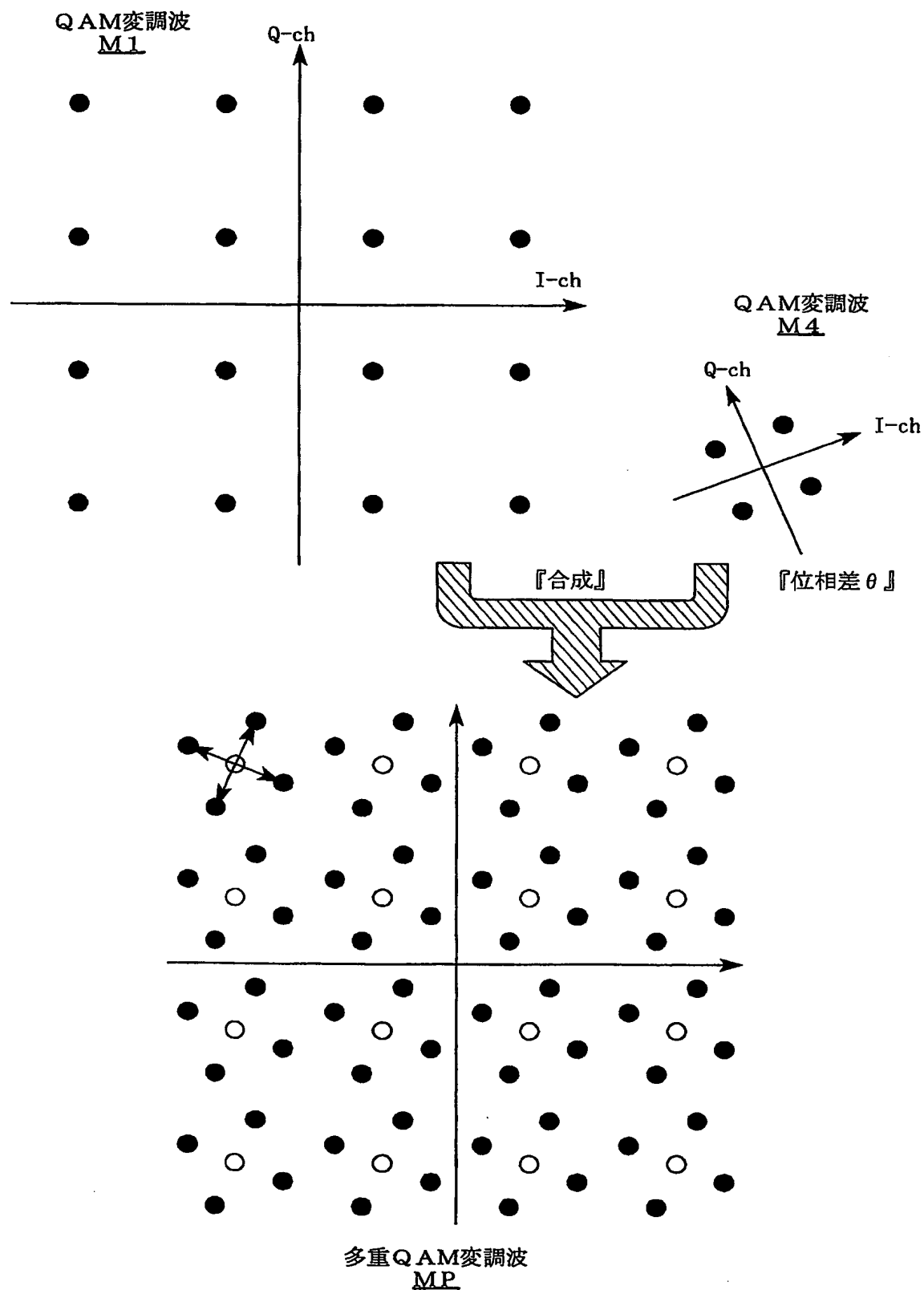
【図1】



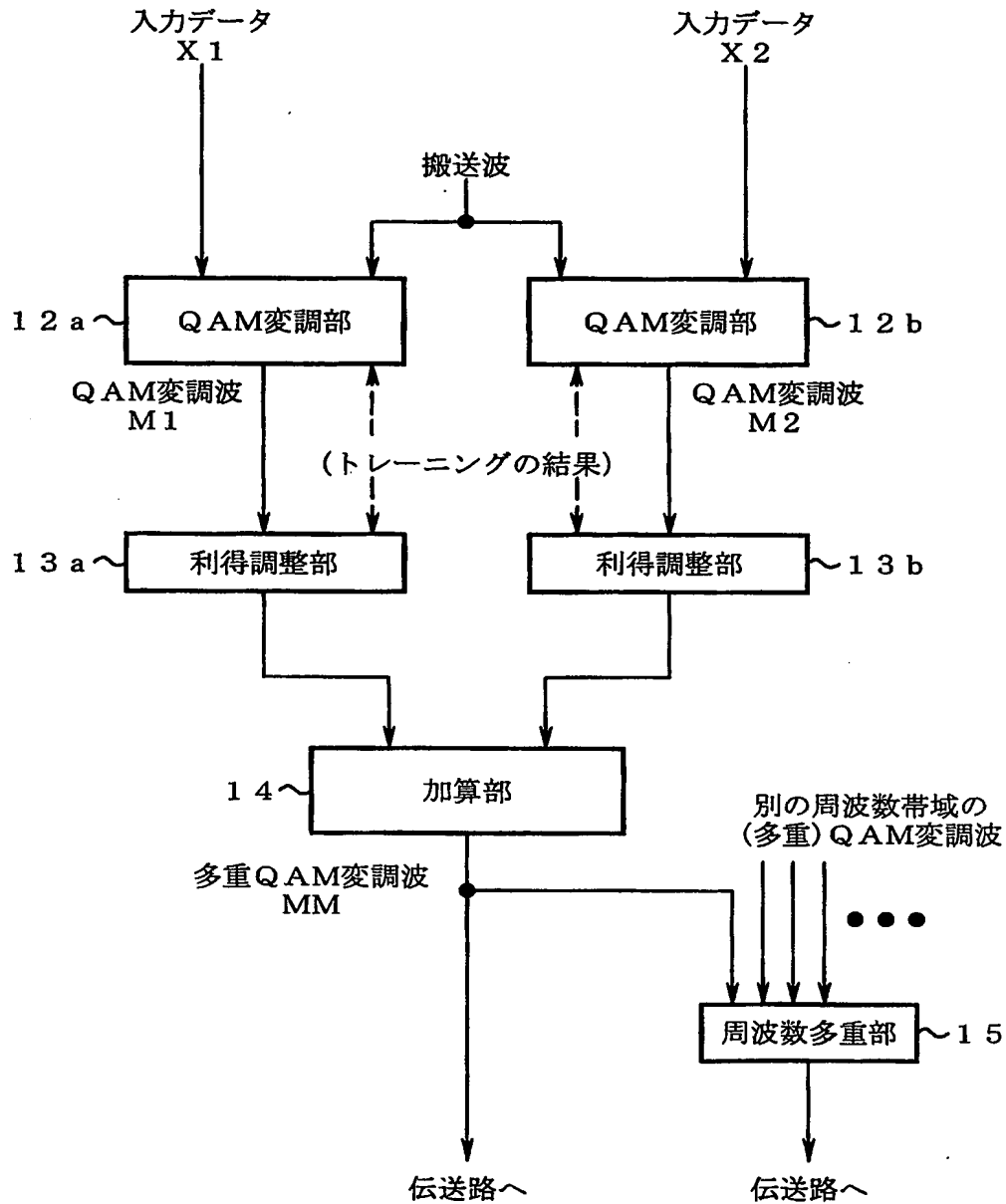
【図 2】



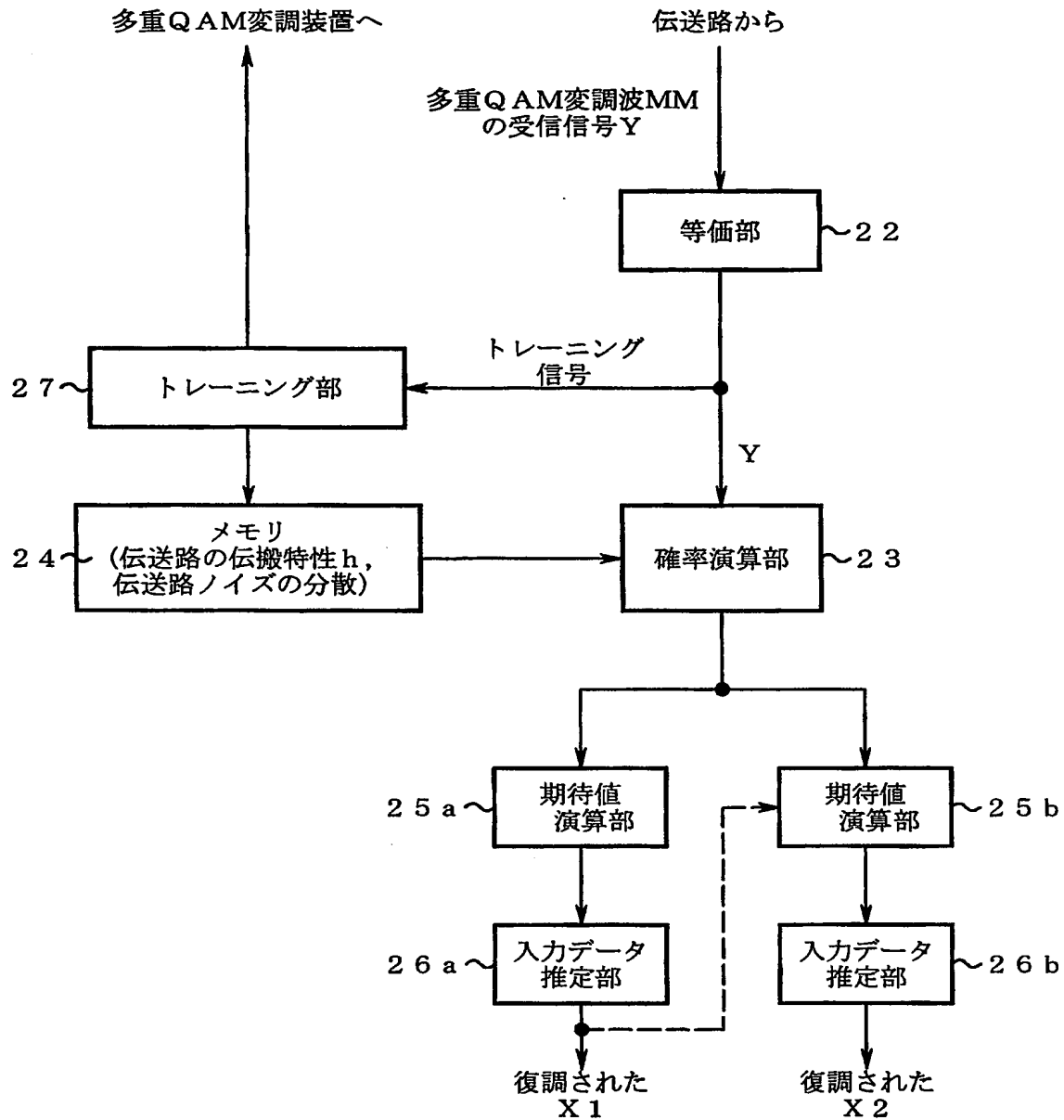
【図3】



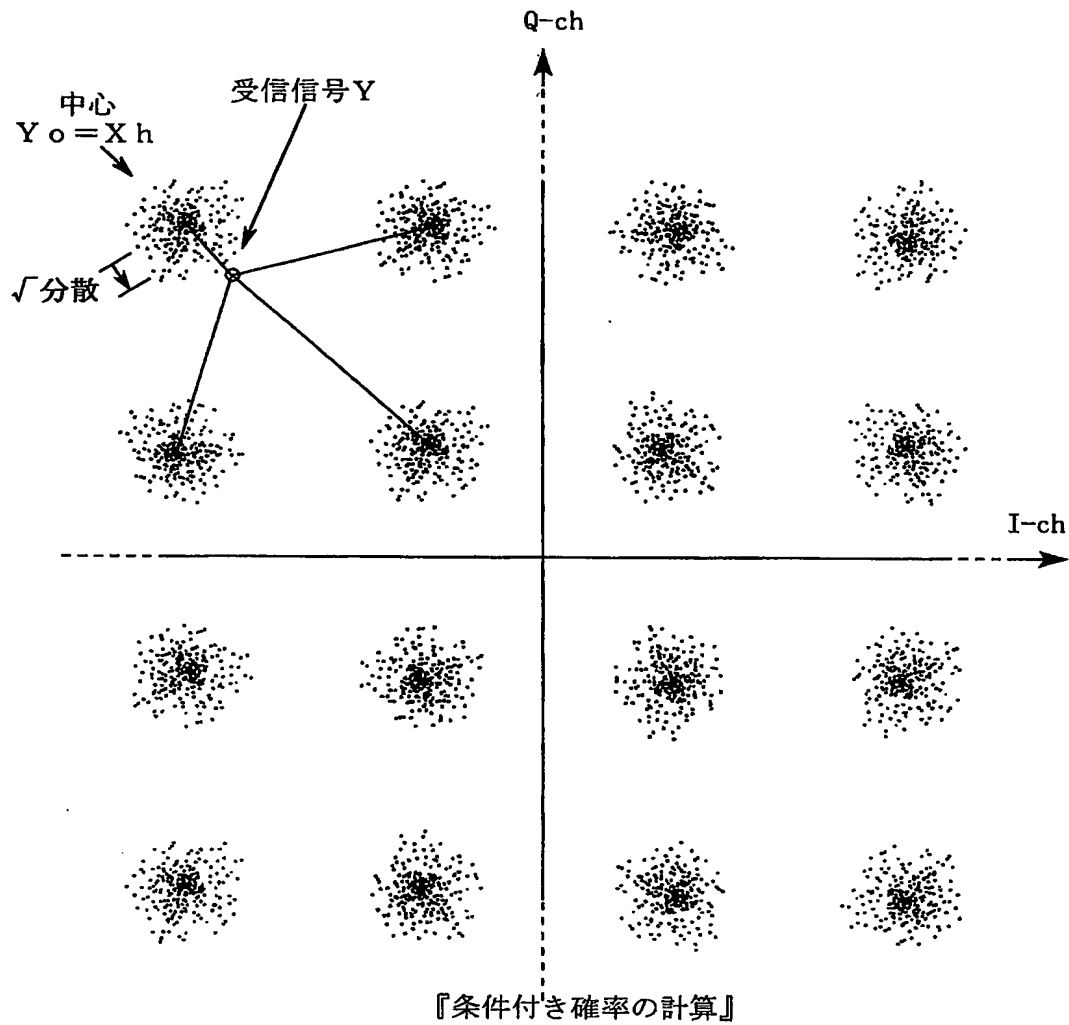
【図 4】

1.1 多重QAM変調装置

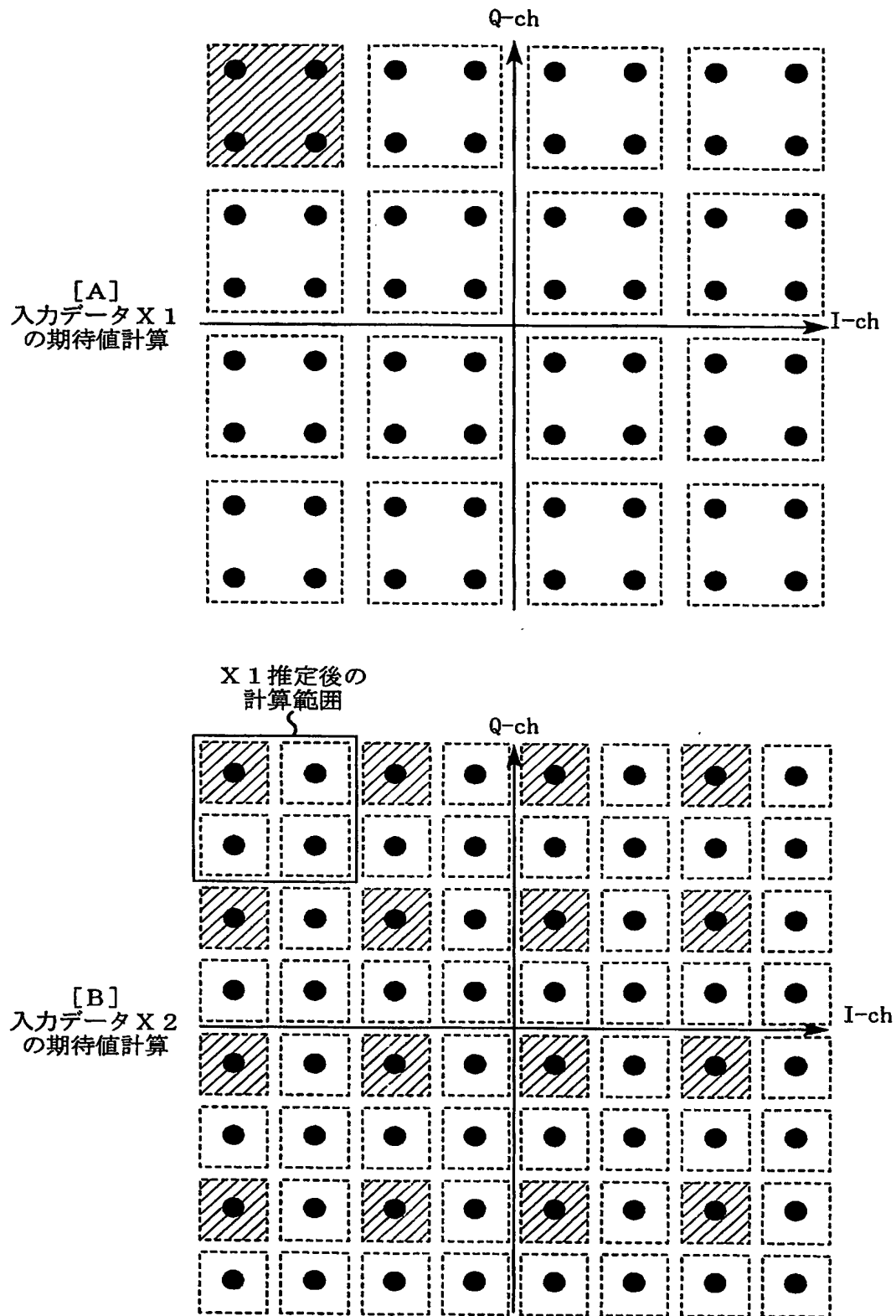
【図 5】

2.1 多重QAM復調装置

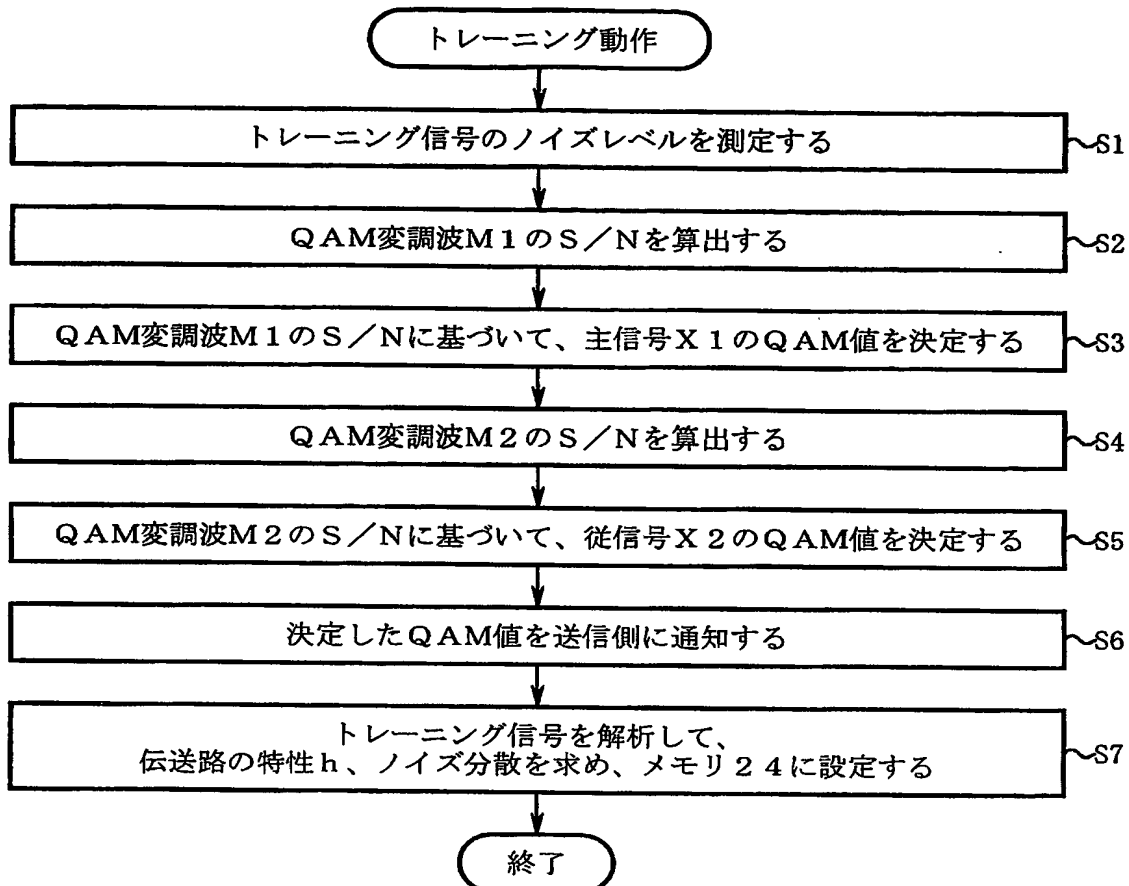
【図6】



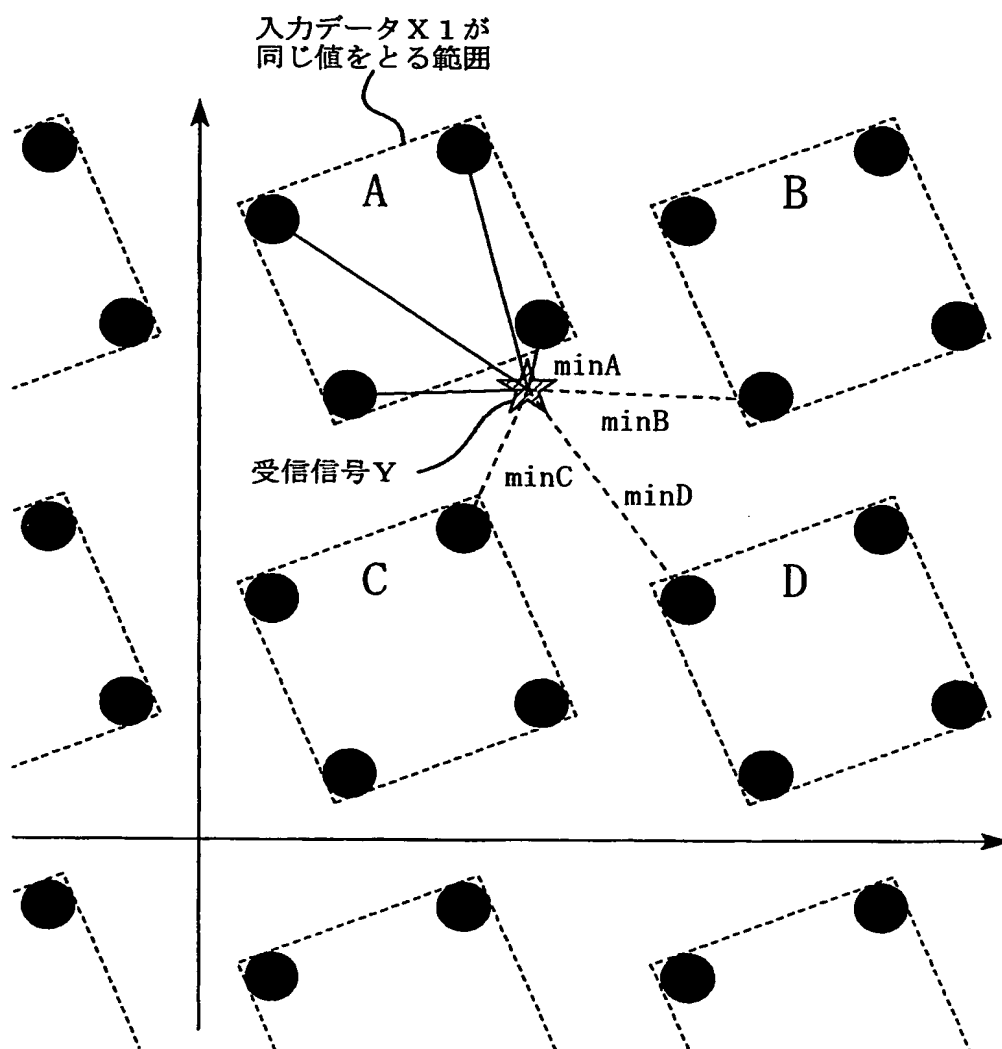
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、QAM変調方式において、多値を実現するための新しい多重化技術を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の多重QAM変調装置は、QAM変調部、および変調波合成部を備える。このQAM変調部では、複数の入力データ（1つの入力データを区分したものも含む）を、共通の搬送波周波数でそれぞれQAM変調することにより、複数のQAM変調波を生成する。変調波合成部では、複数のQAM変調波に利得差を与えた状態で、複数のQAM変調波を合成して、多重QAM変調波を生成する。このとき、変調波合成部は、合成後の多重QAM変調波の信号点配置が重複しないように、合成前のQAM変調波に利得差を与える。

【選択図】 図3

特願 2002-335020

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000237662]

1. 変更年月日

2002年11月14日

[変更理由]

名称変更

住 所

神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目17番3号

氏 名

富士通アクセス株式会社